

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-93945  
(P2002-93945A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テ-コ-ト (参考)
H 0 1 L 23/12	5 0 1	H 0 1 L 23/12	5 0 1 P 4 M 1 0 9
23/29		23/30	5 0 1 C
23/31			R

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-281393(P2000-281393)

(22) 出願日 平成12年9月18日 (2000.9.18)

(71) 出願人 500224531

株式会社アイ・イー・ピー・テクノロジー  
ズ

東京都八王子市東浅川町550番地の1

(71) 出願人 593040597

デクスター株式会社

神奈川県横浜市戸塚区上矢部町2050番地

(72) 発明者 桑原 治

東京都八王子市東浅川町550番地の1 株  
式会社アイ・イー・ピー・テクノロジー  
ズ 内

(74) 代理人 100096699

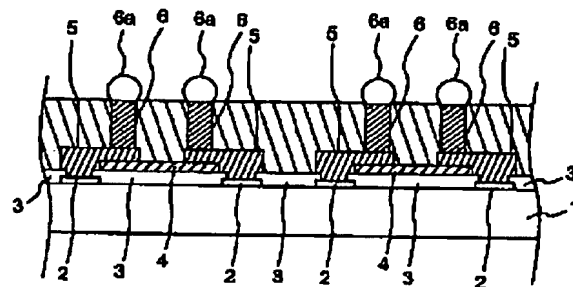
弁理士 鹿嶋 英実

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置および半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ウェハレベルCSP構造において、ウェハの反りを低減させて歩留まりを向上させることができる半導体装置およびその製造方法を実現する。

【解決手段】 絶縁膜4、封止膜7あるいは層間絶縁膜10を弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂により形成することによって、従来問題となっていたウェハの反りを大幅に低減させて、製造上の歩留まりを向上させる。この低弾性率を実現する樹脂として液状ビスマレイミド樹脂を硬化させて形成した樹脂を用いる。これにより形成した樹脂は、低弾性率、且つ、高耐熱性および超疎水性の特性を有しているため、信頼性を大きく向上させることもできる。

(2) 開2002-93945 (P2002-9ch=A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の接続パッドを備える半導体基板と、前記複数の接続パッドを除く、前記半導体基板上に設けられた絶縁膜と、前記複数の接続パッドに接続され、前記半導体基板上に設けられた複数の突起電極と、該複数の突起電極を除く前記半導体基板上面ほぼ全体に設けられた封止膜とを備えた半導体装置において、前記絶縁膜および封止膜のいずれか一方もしくは両方を、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記接続パッドに接続されて前記絶縁膜上に形成され、前記突起電極に接続される再配線を備えることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 複数の接続パッドを備える半導体基板上と、交互に複数積層して形成された層間絶縁膜と前記接続パッドに接続される再配線と、前記再配線に接続して設けられた複数の突起電極と、該複数の突起電極を除く前記半導体基板上面ほぼ全体に設けられた封止膜とを備えた半導体装置において、積層された前記複数の層間絶縁膜および前記封止膜の内、少なくともいずれか1つの膜を弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 前記半導体基板の裏面側に、裏面ほぼ全体を覆う、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂による裏面保護膜を備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項5】 前記樹脂は、マレイン酸骨格を有するビスマレイミド樹脂であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項6】 前記液状ビスマレイミド樹脂には、少なくとも1種類の熱膨張係数低下用粒子が混入されていることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置。

【請求項7】 複数の接続パッドを有するチップ形成領域を複数備える半導体ウェハ基板を準備する工程と、該半導体ウェハ基板上の、前記複数の接続パッドを除くチップ形成領域上に絶縁膜を形成する工程と、前記半導体ウェハ基板上に、前記複数の接続パッドに接続された複数の突起電極を形成する工程と、前記複数の突起電極を除く前記半導体ウェハ基板上面ほぼ全体に、封止膜を形成する工程と、前記半導体ウェハ基板を前記チップ形成領域毎に分断して複数の半導体装置を形成する工程とを具備する半導体装置の製造方法において、前記絶縁膜および封止膜のいずれか一方もしくは両方を、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記接続パッドに接続されて前記絶縁膜上に形成され、前記突起電極に接続される再配線を形成する工程を具備することを特徴とする請求項6に記載の

半導体装置の製造方法。

【請求項9】 複数の接続パッドを有するチップ形成領域を複数備える半導体ウェハ基板を準備する工程と、該半導体ウェハ基板上に、前記接続パッドに接続される再配線と層間絶縁膜を交互に複数積層して形成する工程と、前記再配線に接続された複数の突起電極を形成する工程と、

前記複数の突起電極を除く前記半導体ウェハ基板上面ほぼ全体に、封止膜を形成する工程と、

前記半導体ウェハ基板を前記チップ形成領域毎に分断して複数の半導体装置を形成する工程とを具備する半導体装置の製造方法において、

積層される前記複数の層間絶縁膜および前記封止膜の内、少なくともいずれか1つの膜を弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項10】 前記半導体ウェハ基板の裏面側に、裏面ほぼ全体を覆う、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂による裏面保護膜を形成する工程を具備することを特徴とする請求項7乃至9のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項11】 前記封止膜が弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成された場合、その封止膜に前記突起電極を形成するための開口部をレーザー加工にて穿設する工程を具備することを特徴とする請求項7乃至9のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項12】 前記複数の層間絶縁膜のうち、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成された層間絶縁膜に対して、その層間絶縁膜を挟んで対向する再配線同士を接続するための開口部を、レーザー加工にて当該層間絶縁膜に穿設する工程を具備することを特徴とする請求項9に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項13】 前記樹脂は、マレイン酸骨格を有する液状ビスマレイミド樹脂を硬化させることにより形成されていることを特徴とする請求項7乃至12のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項14】 前記液状ビスマレイミド樹脂には、少なくとも1種類の熱膨張係数低下用粒子が混入されていることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CSP (Chip Size Package) 構造の半導体装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、チップとパッケージのサイズがほぼ等しくなるCSP構造の半導体装置が知られており、その構造例を図18に示す。この図に示す半導体装置2

## (3) 開2002-93945 (P2002-9ch 穀織)

0は、絶縁膜形成、再配線形成、ポスト形成および樹脂封止膜形成の各工程からなるパッケージ処理を終えたウエハを個々のチップにダイシングして得られる、所謂ウエハレベルCSPと呼ばれる構造を有している。すなわち、半導体装置20は、ウエハ（半導体基板）1の表面（回路面）側にアルミ電極等からなる複数の接続パッド2を有し、この接続パッド2の上面側には各接続パッド2の中央部を露出するように、酸化シリコンあるいは窒化シリコン等からなるパッシベーション膜3が形成されている。

【0003】そして、パッシベーション膜3の上面側には、各接続パッド2の中央部分が開口するよう絶縁膜4が形成される。絶縁膜4は例えばウエハ1の回路面側全面にポリイミド系樹脂材を塗布硬化させた後に、エッチング液を用いてレジストパターンニングおよび絶縁膜パターンニングを施してからレジスト剥離することで形成される。こうして形成される絶縁膜4上には、各接続パッド2と後述するポスト6とを電気的に接続する再配線5が形成される。再配線5上の所定箇所には、例えば柱状電極よりなる複数のポスト（突起電極）6が設けられる。

【0004】ポスト6を覆うように、ウエハ1の回路面全体に、例えばエポキシ等の樹脂が塗布、硬化されて封止膜7が形成される。そして、封止膜7の上端面が切削研磨されてポスト6の端面が露出され、露出されたポスト6の端面の酸化膜を取り除いた後、そこにハンダ印刷等のメタライズ処理を施すか、あるいはハンダボール6aを形成することによって半導体装置20が形成される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した構造の半導体装置20では、下記①～③に説明するように、歩留まり低下および信頼性低下を招く要因を抱えている。

【0006】①ウエハ1（例えばシリコン基板）の表面に形成される封止膜7に用いられる樹脂は、一般にウエハ1の表面に塗布された後、硬化される際に有る程度収縮するため、図19に図示するようなウエハ全体に亘る反りが生じ易い。特に、封止膜7にエポキシ樹脂を用いると、その弾性率が大きい（350～500Kg/mm<sup>2</sup>）ため、大きな反りが生じる。

【0007】また、半導体装置20の基板が、例えばシリコン基板である場合、シリコン基板の熱膨張率はエポキシ樹脂の熱膨張率より小さいため、温度変化によって基板と封止膜間に応力が発生して封止膜にクラックが入る等の問題が発生することがある。そこで、封止膜の熱膨張率を基板の熱膨張率に合わせるように低下させるために、例えばシリカ粒子を熱膨張係数低下用粒子（フィラー）として混入させる場合があり、その場合には弾性率は更に増加し、このようなフィラーを70%程度混入

させた場合には、弾性率は2000Kg/mm<sup>2</sup>程度に達し、ウエハ全体に生じる反り量も更に大きくなる。

【0008】例えば、6インチウエハ（厚み625μm）にエポキシ樹脂により封止膜7を形成する場合、前記フィラーを混入しない場合、反り量は0.5mm程度となり、フィラーが70%程度混入されている場合、反り量は2mm程度になる。しかも、近年ではウエハ1の径が大型化する傾向にあるので、さらに反りが増加し、例えば8インチウエハの場合には反り量は3mm程度にも達する。このようにウエハ1全体に生じる反り量が増加すると、ウエハ1を個片化するダイシング時に切断位置ずれや切断時の割れ欠け（チッピング）を誘発したり、ウエハ搬送時の吸着不良等の弊害を招致し易くなり、歩留まりが低下するという問題が生じる。

【0009】②環境問題に一層の配慮を必要とする昨今、環境対策としてハンダ材料の鉛フリー化が検討されている。鉛フリーハンダ（無鉛ハンダ）が採用された場合には、ハンダ熔融温度が従来の230～240℃から260℃程度に上昇することになる。ところが、封止膜7を形成するエポキシ樹脂のTGA（5%体積減少温度）は280℃～300℃であるから、鉛フリーハンダが採用されると、耐熱限度に近づき熱分解により劣化し易くなる結果、信頼性低下を招く懸念も生じてきている。

【0010】③封止膜7をエポキシ樹脂で形成した場合、その吸水率はPCT（121℃、2気圧、140h）で1.6～1.8%、ポリイミドで形成した場合の吸水率は同様に1～2%程度であり、充分とは言えない。特に、ウエハレベルCSP構造では、個片化されたパッケージの側面や裏面からウエハ1（シリコン）が露出してしまいうので、更に低い吸水率の封止膜7で保護することが望まれる。また、一般に、エポキシ樹脂では塗布後に硬化させた際にボイドが発生したり、希釈材または溶剤成分が硬化時に抜けきれずに残さとして残ることがあり、これらが更に信頼性を低下させることがある。

【0011】そこで本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、歩留まりの向上および信頼性の向上を図ることができる半導体装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、複数の接続パッドを備える半導体基板と、前記複数の接続パッドを除く、前記半導体基板上に設けられた絶縁膜と、前記複数の接続パッドに接続され、前記半導体基板上に設けられた複数の突起電極と、該複数の突起電極を除く前記半導体基板上面ほぼ全体に設けられた封止膜とを備えた半導体装置において、前記絶縁膜および封止膜のいずれか一方もしくは両方を、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂に

## (4) 開2002-93945 (P2002-9chLA)

て形成したことを特徴とする。

【0013】請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明において、前記接続パッドに接続されて前記絶縁膜上に形成され、前記突起電極に接続される再配線を備えることを特徴とする。

【0014】請求項3に記載の発明では、複数の接続パッドを備える半導体基板上と、交互に複数積層して形成された層間絶縁膜と前記接続パッドに接続される再配線と、前記再配線に接続して設けられた複数の突起電極と、該複数の突起電極を除く前記半導体基板上面ほぼ全体に設けられた封止膜とを備えた半導体装置において、積層された前記複数の層間絶縁膜および前記封止膜の内、少なくともいずれか1つの膜を弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成したことを特徴とする。

【0015】請求項4に記載の発明では、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、前記半導体基板の裏面側に、裏面ほぼ全体を覆う、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂による裏面保護膜を備えることを特徴とする。

【0016】請求項5に記載の発明では、請求項1～4のいずれかに記載の発明において、前記樹脂は、マレイン酸骨格を有するビスマレイミド樹脂であることを特徴とする。

【0017】請求項6に記載の発明では、前記液状ビスマレイミド樹脂に、少なくとも1種類の熱膨張係数低下用粒子が混入されていることを特徴とする。

【0018】請求項7に記載の発明では、複数の接続パッドを有するチップ形成領域を複数備える半導体ウェハ基板を準備する工程と、該半導体ウェハ基板上の、前記複数の接続パッドを除くチップ形成領域上に絶縁膜を形成する工程と、前記半導体ウェハ基板上に、前記複数の接続パッドに接続された複数の突起電極を形成する工程と、前記複数の突起電極を除く前記半導体ウェハ基板上面ほぼ全体に、封止膜を形成する工程と、前記半導体ウェハ基板を前記チップ形成領域毎に分断して複数の半導体装置を形成する工程とを具備する半導体装置の製造方法において、前記絶縁膜および封止膜のいずれか一方もしくは両方を、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成することを特徴とする。

【0019】請求項8に記載の発明では、請求項6に記載の発明において、前記接続パッドに接続されて前記絶縁膜上に形成され、前記突起電極に接続される再配線を形成する工程を具備することを特徴とする。

【0020】請求項9に記載の発明では、複数の接続パッドを有するチップ形成領域を複数備える半導体ウェハ基板を準備する工程と、該半導体ウェハ基板上に、前記接続パッドに接続される再配線と層間絶縁膜を交互に複数積層して形成する工程と、前記再配線に接続された複数の突起電極を形成する工程と、前記複数の突起電極を

除く前記半導体ウェハ基板上面ほぼ全体に、封止膜を形成する工程と、前記半導体ウェハ基板を前記チップ形成領域毎に分断して複数の半導体装置を形成する工程とを具備する半導体装置の製造方法において、積層される前記複数の層間絶縁膜および前記封止膜の内、少なくともいずれか1つの膜を弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成することを特徴とする。

【0021】請求項10に記載の発明では、請求項6乃至9のいずれかに記載の発明において、前記半導体ウェハ基板の裏面側に、裏面ほぼ全体を覆う、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂による裏面保護膜を形成する工程を具備することを特徴とする。

【0022】請求項11に記載の発明では、請求項7乃至9のいずれかに記載の発明において、前記封止膜が弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成された場合、その封止膜に前記突起電極を形成するための開口部をレーザ加工にて穿設する工程を具備することを特徴とする。

【0023】請求項12に記載の発明では、請求項9に記載の発明において、前記複数の層間絶縁膜のうち、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成された層間絶縁膜に対して、その層間絶縁膜を挟んで対向する再配線同士を接続するための開口部を、レーザ加工にて当該層間絶縁膜に穿設する工程を具備することを特徴とする。

【0024】請求項13に記載の発明では、請求項7乃至12のいずれかに記載の発明において、前記樹脂は、マレイン酸骨格を有する液状ビスマレイミド樹脂を硬化させることにより形成されていることを特徴とする。

【0025】請求項14に記載の発明では、請求項13に記載の発明において、前記液状ビスマレイミド樹脂には、少なくとも1種類の熱膨張係数低下用粒子が混入されていることを特徴とする。

【0026】本発明では、絶縁膜、封止膜あるいは層間絶縁膜をマレイン酸骨格を有する樹脂、より詳しくは低弾性率、高耐熱性および超疎水性の特性を備える液状ビスマレイミド樹脂にて形成するので、従来問題となっていたウェハの反りを大幅に低減でき、しかも耐湿性および耐熱性に富む為、信頼性向上を図ることが可能になっている。

## 【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。まず、本発明の概念について説明する。

<本発明の概念>我々は、前述した従来の問題点のうち、特にウェハの反りの発生に対して、封止膜に用いる樹脂の弾性率が大きく影響していることを見出した。そして、反り量を低減させるには樹脂の弾性率が十分低いことが必要であることを見出した。

【0028】図1は、封止膜に用いる樹脂の弾性率と6

(5) 開2002-93945 (P2002-9chqA)

インチウェハの反り量との関係を示したものである。ここで、従来のエポキシ樹脂の場合における弾性率は350~500Kg/mm<sup>2</sup>程度であり、このときの反り量は0.5mm程度である。また、フィラーを70%程度混入した場合の弾性率は2000Kg/mm<sup>2</sup>程度であり、このときの反り量は2mm程度である。

【0029】これに対して、樹脂の弾性率が十分に小さい、20~80Kg/mm<sup>2</sup>の場合には、反り量は0.1μm程度しか発生せず、実質的には反りが殆ど無いに等しい状態とすることができるとを見出した。そして、このような低い弾性率を実現できる樹脂材料として、液状ビスマレイミド樹脂を硬化させることによって形成した樹脂が適用できることを見出した。

【0030】この液状ビスマレイミド樹脂とは、マレイン酸骨格を有する樹脂であり、また、従来、同種の樹脂は固体でのみ得られていたが、これを液状化することによって、スピンコート、印刷、ディスペンス等の方法により塗布可能としたものである。なお、この際、希釈材や溶剤を用いることを不要とした。また、この液状ビスマレイミド樹脂を硬化させて形成した樹脂では、熱膨張率調整のためのフィラーを混入させた場合も弾性率の増加は小さく、フィラーを70%程度混入させた場合でも弾性率は200Kg/mm<sup>2</sup>程度であり、その場合の反り量は5μm以下となり従来のエポキシ樹脂を用いた場合と比べて、反り量は1/400程度となり、格段に小さくすることができる。

【0031】このように、本発明は、封止膜や絶縁膜等の樹脂膜に用いる樹脂材料の弾性率を十分小さい値にすることによって、ウェハの反り量を大幅に低減させるようにしたものである。以下に示す各実施形態は、上記樹脂膜を形成する材料として液状ビスマレイミド樹脂を用いるようにしたものである。

【0032】<第1の実施形態>図2~図4は、第1の実施形態による半導体装置20の構造およびその製造工程を説明する為の断面図である。これらの図において前述した従来例(図18参照)と共通する部分には同一の番号を付し、その説明を省略する。第1の実施形態による半導体装置20は、図2に図示する通り、図18に図示した従来例と同一の構造を有している。このような構造において液状ビスマレイミド樹脂を封止膜用の樹脂として用い、それを塗布硬化して封止膜7を形成するようにしたものである。

【0033】次に、図3~図4を参照して、第1の実施形態による半導体装置20の製造工程について説明する。まず図3(イ)に図示する通り、ウェハ1の回路面側に設けられたアルミ電極等からなる複数の接続パッド2の上面側に、それぞれ各接続パッド2の中央部を露出するように、酸化シリコンあるいは窒化シリコン等からなる絶縁膜をパッシベーション膜3として形成する。この後、パッシベーション膜3の上面側に各接続パッド2

の中央部分が開口するよう絶縁膜4を形成する。

【0034】この絶縁膜4は、例えばウェハ1の回路面側全面にポリイミド系樹脂材を塗布硬化させた後に、エッチング液を用いてレジストパターンニングおよび絶縁膜パターンニングを施してからレジスト剥離することで形成される。絶縁膜4は、ポリイミド系樹脂材を塗布してスピンコートする手法の他、スキージを用いる印刷法やノズルからのインク吐出による塗布法を用いることが可能であり、絶縁膜材料としてもポリイミド系樹脂材に限らず、エポキシ系樹脂材やPBO(ベンザオキシドール系)を用いても良い。

【0035】なお、上記絶縁膜4はウェハ1の回路面側外部からの水分や不純物の侵入を防ぐことを主な目的として、信頼性を向上させるために設けているものであるが、必ず必要なものではなく、絶縁膜4を上記パッシベーション膜3で代用させるようにしてもよい。その場合には、後述する再配線5や封止膜7はパッシベーション膜3上に形成される。

【0036】次に、図3(ロ)に図示するように、絶縁膜4に形成された開口部を介して露出される接続パッド2上に再配線5を形成する。再配線5は絶縁膜4の全面にUBMスパッタ処理等によりUBM層(図示略)を堆積し、この後、導体層用のフォトリソグレイブ硬化させ、フォトリソグラフィ技術により所定形状の開口を有するパターンニングを施した後、このレジストによって開口された部分に電解メッキを施すことで形成される。再配線5を形成する手法としては、これ以外に無電解メッキ方法を用いることもできる。配線材料としては、良好な導電特性を備える銅、アルミおよび金あるいはこれらの合金を用いる。

【0037】再配線5を形成した後は、図3(ハ)に図示するように、各再配線5上の所定箇所にポスト(突起電極)6を設ける。ポスト6は、例えば100~150μm程度の厚さでポスト形成用のフォトリソグレイブ硬化させた上、再配線5の所定箇所を露出する開口部を形成し、この開口部内に電解メッキを施すことで形成される。ポスト6を形成する手法としては、これ以外に無電解メッキ方法やスタッドバンパ法を用いることもできる。

【0038】ポスト材料は、良好な導電特性を備える銅、ハンダ、金あるいはニッケル等を用いる。なお、ポスト形成材料としてはんだを用いる場合は、この後リフロー処理を施す事により球状の電極を形成することも出来る。また、はんだを用いてポスト6を形成する場合には、上記の他に印刷法を用いることもできる。こうして、図3(ハ)に図示した構造が形成された後は、図4(イ)に図示するように、ポスト6を覆うように、ウェハ1の回路面全体に液状ビスマレイミド樹脂を塗布した後、硬化させて封止膜7を形成する。液状ビスマレイミド樹脂を塗布する手法としては、印刷法、浸漬法、スピ

(6) 開2002-93945 (P2002-9DQA)

ンコート法、ディスペンス法、ダイコート法を用いることができる。

【0039】ポスト6の樹脂封止後には、図4(ロ)に示すように、封止膜7の上端面を切削研磨してポスト6の端面を露出させ、その表面の酸化膜を取り除き、そこにハンダ印刷等のメタライズ処理を施すか、あるいはハンダボール6aを形成する。そして、この後、予め定められたカットラインに沿ってウエハ1をダイシングしてチップに個片化することによって、図2に図示した構造の半導体装置20が生成される。

【0040】以上のように、第1の実施形態によれば、封止膜7の材料として液状ビスマレイミド樹脂を用い、それを塗布硬化して封止膜7を形成したので、ウエハ1全体に生じる反り量を大幅に低減させることができる。この為、ウエハ1を半導体装置20に個片化するダイシングを行う際の切断位置ずれや切断時の割れ欠け(チップング)、ウエハ搬送時の吸着不良等の、従来のエポキシ樹脂を用いていた場合の弊害を回避することが可能となり、歩留まりを向上させることができる。

【0041】また、ビスマレイミド樹脂は、高耐熱性( $TGA=430^{\circ}C$ )を有しているため、ビスマレイミド樹脂を封止膜7に用いた場合には無鉛ハンダが採用された場合でも信頼性低下を招く虞がない。さらに、ビスマレイミド樹脂は吸水率が0.2%の超疎水性を有しているため、水分吸収による信頼性低下も回避できる。加えて、ビスマレイミド樹脂は、低誘電率( $2.8$  at  $100MHz$ )という特性も備える為、高周波デバイスに好適となっている。また、液状ビスマレイミド樹脂では、前述のように、希釈材や溶剤を用いていないため硬化時にボイドや残さが発生することがなく、これらによる信頼性低下の虞がない。

【0042】なお、上述したように、ビスマレイミド樹脂ではフィラーを混入させても反りの問題が発生しないため、種々のフィラーを混入させることができ、それによって熱膨張率や誘電率を調整し得る。フィラーには、シリカ粒子、PTFE(テフロン(登録商標))粒子などを用いる。熱膨張率の調整においては、ウエハ1の熱膨張率と、実装基板(ガラスエポキシ基板)の熱膨張率に差があり、後者が大きい。そこで、封止膜の熱膨張率を両者に合わせるために、例えば封止膜のウエハ1に近い側にフィラーを多く添加するようにしてもよい。また、テフロン粒子を添加すると誘電率を低減することができ( $2.2\sim 2.4$  at  $100MHz$ )、高周波特性を向上させることも可能になる。

【0043】<第1の実施形態の変形例>次に、図5～図6を参照して第1の実施形態の変形例による半導体装置20の製造工程について説明する。変形例による製造工程が上述した第1の実施形態と相違する点は、レーザ加工にてポスト6を形成するための開口部を穿設することにある。すなわち、液状ビスマレイミド樹脂は、レー

ザ照射によって容易に加工できる特性を有している。そこで、液状ビスマレイミド樹脂を封止膜7に用いた場合に、この特性を利用して、以下のように、開口部の穿設にレーザ加工を適用するようにしたものである。

【0044】まず、図5(イ)、(ロ)に図示するように、ウエハ1の回路面側に設けられたアルミ電極等からなる複数の接続パッド2の上面側に、パッシベーション膜3、絶縁膜4および再配線5を形成した後、図5

(ハ)に示すように、ウエハ1の回路面全体にビスマレイミド樹脂を塗布、硬化させて封止膜7を形成する。この後、図6(イ)に示すように、レーザ加工によって封止膜7にポスト形成用の開口部を所定箇所に複数穿設し、続いて図6(ロ)に示すように、その穿設したポスト形成用の開口部にポスト形成材料を充填してポスト6を形成する。この場合、UBM層を介した電解メッキを用いることができないので、蒸着、無電解メッキ、スタッドバンプ形成法、はんだボール搭載法あるいはハンダ材充填などの手法によりポスト6を形成することになる。

【0045】このように、レーザ加工にてポスト6を形成する変形例では、フォトマスクが不要となるため、コスト低減を図ることが可能になる。また、レーザの照射位置、ビーム幅およびビーム強度を制御するだけで所望のポスト形成用の開口部を穿設し得るので、迅速な対応が可能となり、品種変更に容易に対応可能となる。加えて、レーザ加工はドライプロセスであるため、薬液の管理や廃液処理を省くことができ、工程管理も容易になる。

【0046】<第2の実施形態>図7は、第2の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図であり、上述した第1の実施形態(図2参照)と同一の構造を有している。第2の実施形態による半導体装置20が、第1の実施形態と相違する点は、パッシベーション膜3の上面側に各接続パッド2の中央部分が開口するよう形成される絶縁膜4の材料にビスマレイミド樹脂を用いたことにある。

【0047】この場合、絶縁膜4は、例えばウエハ1の回路面側全面に液状ビスマレイミド樹脂を塗布硬化させた後に、エッチング液を用いてレジストパターンニングおよび絶縁膜パターンニングを施してからレジスト剥離することで形成される。液状ビスマレイミド樹脂を厚さ5～10 $\mu m$ 程度で塗布する方法としては、スピンコート法、印刷、ディスペンス法あるいはダイコート法等が適用できる。また、ビスマレイミド樹脂を用いた絶縁膜4のパターンニング(開口部形成)には、レーザ加工を適用することも可能になる。

【0048】絶縁膜4をビスマレイミド樹脂にて形成すると、従来用いていたポリイミド系樹脂材に比べて吸水率が低くなる為、信頼性向上に寄与できる。また、従来用いていたポリイミド系樹脂材に比べて熱膨張係数が低

(7) 開2002-93945 (P2002-9XH A)

く、しかもビスマレイミド樹脂は低弾性率材なので、ウエハ1全体に生じる反り量を抑えるのに有効である。さらに、レーザ加工にて絶縁膜4をパターンニングすることが可能になるので、フォトマスクが不要となり、コスト低減を図ることも可能になる。また、レーザの照射位置、ビーム幅およびビーム強度を制御するだけで所望のパターンニングを施せるから、迅速な対応が可能となり、品種変更にも容易に対応可能となる。加えて、レーザ加工はドライプロセスだから、薬液の管理や廃液処理を省くことができ、工程管理も容易になる。

【0049】<第3の実施形態>図8は、第3の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図であり、上述した第1の実施形態(図2参照)と同一の構造を有している。第3の実施形態による半導体装置20が、第1の実施形態と相違する点は、封止膜7および絶縁膜4の両方をビスマレイミド樹脂にて形成したことにある。この場合、絶縁膜4は、上述した第2の実施形態と同様、スピンコート法、印刷、ディスペンス法あるいはダイコート法等によってウエハ1の回路面側全面に液状ビスマレイミド樹脂を厚さ5~10 $\mu$ m程度塗布し、それを硬化させてからエッチングやレーザ加工でパターンニング形成する。封止膜7は、上述した第1の実施形態と同様、ウエハ1の回路面全体にビスマレイミド樹脂を塗布した後、硬化させて形成する。

【0050】絶縁膜4および封止膜7の両者をビスマレイミド樹脂にて形成すると、従来絶縁膜に用いていたポリイミド系樹脂材や、封止膜に用いていたエポキシ樹脂に比べて一段と弾性率を低減させることができるため、より一層ウエハ1全体に生じる反り量を抑えることが可能になる。さらに、吸水率を大きく低下させることができるため、信頼性をさらに向上させることができる。また、レーザ加工にて絶縁膜4をパターンニングしたり、封止膜7にポスト形成用の開口部を穿設し得るので、フォトマスクが不要となり、コスト低減を図ることも可能になる。さらに、レーザの照射位置、ビーム幅およびビーム強度を制御するだけで所望のパターンニングを施せるから、迅速な対応が可能となり、品種変更にも容易に対応可能となる。加えて、レーザ加工はドライプロセスであるため、薬液の管理や廃液処理を省くことができ、工程管理も容易になる。

【0051】<第4の実施形態>図9~図11は、第4の実施形態による半導体装置20の構造およびその製造工程を説明する為の断面図である。これらの図において前述した第1の実施形態(図2参照)と共通する部分には同一の番号を付し、その説明を省略する。第4の実施形態による半導体装置20が、図2に図示した第1の実施形態と相違する点は、ウエハ1の裏面側にビスマレイミド樹脂を用いた裏面保護膜8を形成したことにある。

【0052】こうした第4の実施形態の製造工程について図10~図11を参照して説明する。先ず図10

(イ)に図示する通り、ウエハ1の回路面側に設けられたアルミ電極等からなる複数の接続パッド2の上面側に、それぞれ各接続パッド2の中央部を露出するように、酸化シリコンあるいは窒化シリコン等からなるパッシベーション膜3を形成する。この後、パッシベーション膜3の上面側に各接続パッド2の中央部分が開口するように絶縁膜4を形成する。絶縁膜4には、好ましくは前述した第2~第3の実施形態と同様、ビスマレイミド樹脂を用いるが、これに限らず、従来のポリイミド系樹脂材を使用する態様であっても構わない。

【0053】次に、図10(ロ)に図示するように、絶縁膜4に形成された開口部を介して露出される接続パッド2上に再配線5を形成する。再配線5は絶縁膜4の全面にUBMスパッタ処理等によりUBM層(図示略)を堆積し、この後、導体層用のフォトリソグレイブ硬化させ、フォトリソグラフィ技術により所定形状の開口を有するパターンニングを施した後、このレジストによって開口された部分に電解メッキを施すことで形成される。再配線5を形成する手法としては、これ以外に無電解メッキ方法を用いることもできる。配線材料としては、良好な導電特性を備える銅、アルミおよび金あるいはこれらの合金を用いる。

【0054】再配線5を形成した後は、図10(ハ)に図示するように、各再配線5上の所定箇所にポスト6を設ける。ポスト6は、例えば100~150 $\mu$ m程度の厚さでポスト形成用のフォトリソグレイブ硬化させた上、再配線5の所定箇所を露出する開口部を形成し、この開口部内に電解メッキを施すことで形成される。こうして、図10(ハ)に図示した構造が形成された後は、図11(イ)に図示するように、ポスト6を覆うように、ウエハ1の回路面全体にビスマレイミド樹脂を塗布、硬化させて封止膜7を形成する。ポスト6の樹脂封止後には、図11(イ)に示すように、封止膜7の上端面を切削研磨してポスト6の端面を露出させる。

【0055】封止膜7を形成した後は、必要に応じて、例えば、この後に形成される裏面保護膜8による半導体装置20の厚さの増加を抑えるために、ウエハ1の裏面側を切削研磨し、この後、図11(ロ)に図示するように、切削研磨されたウエハ1の裏面側に、所定の膜厚となるよう、スピンコート法、印刷、ディスペンス法あるいはダイコート法等によってウエハ1の回路面側全面に液状ビスマレイミド樹脂を塗布し、それを硬化させて裏面保護膜8を形成する。裏面保護膜8を形成した後は、ポスト6の端面の表面の酸化膜を取り除き、そこにハンダ印刷等のメタライズ処理を施すか、あるいはハンダボール6aを形成する。この後、予め定められたカットラインに沿ってウエハ1をダイシングしてチップに個片化することによって、図9に図示した構造の半導体装置20が生成される。

【0056】以上のように、第4の実施形態によれば、

(8) 開2002-93945 (P2002-90A)

絶縁膜4および封止膜7の両者をビスマレイミド樹脂にて形成すると共に、ウエハ1の裏面(背面)側をビスマレイミド樹脂の裏面保護膜8で覆うようにしたので、ウエハ1全体に生じる反り量や吸水率を極めて低減でき、しかも高耐熱性をも具備する結果、信頼性向上を図ることが可能になる。これに加えて、裏面保護膜8がウエハ1の背面側を遮光するので、外光入射による半導体装置20の回路の誤動作を抑制することも可能になる。さらに、裏面保護膜8を形成する際に、ウエハ1を切削研磨してその厚さを薄くすることで、半導体装置20の厚さの増加を抑えるとともに、ウエハ1の熱歪み等によるクラック発生を抑えることが出来、これにより熱ストレスに対する信頼性も向上する。

【0057】<第5の実施形態>図12～図14は、第5の実施形態による半導体装置20の構造およびその製造工程を説明する為の断面図である。これらの図において前述した第1の実施形態(図2参照)と共通する部分には同一の番号を付し、その説明を省略する。第5の実施形態による半導体装置20が、図2に図示した第1の実施形態と相違する点は、図12に図示するように、第1の再配線5上にビスマレイミド樹脂を用いた層間絶縁膜10を形成して多層構造にしたことにある。なお、第1の再配線5と層間絶縁膜10上に形成される第2の再配線12とはビアポスト11にて電気的に接続される。

【0058】上記構造において、絶縁膜4、層間絶縁膜10および封止膜7を全てビスマレイミド樹脂にて形成すれば、ウエハ1全体に生じる反り量や吸水率を極めて低減でき、しかも高耐熱性をも具備でき、しかもこうした多層構造では第1の再配線5もしくは第2の再配線12を所定形状にパターンニングして誘導素子や容量素子などの受動素子を設けることも可能なるから、半導体装置20の寸法を増加させることなく多機能とすることができるとともに、高信頼性の半導体装置20を具現し得る。

【0059】次に、図13～図14を参照して第5の実施形態の製造工程について説明する。先ず図13(イ)に図示する通り、ウエハ1の回路面側に設けられたアルミ電極等からなる複数の接続パッド2の上面側に、それぞれ各接続パッド2の中央部を露出するように、酸化シリコンあるいは窒化シリコン等からなるパッシベーション膜3を形成する。この後、パッシベーション膜3の上面側に各接続パッド2の中央部分が開口するよう絶縁膜4を形成する。

【0060】絶縁膜4は、ウエハ1の回路面側全面に液状のビスマレイミド樹脂材を塗布硬化させた後に、エッチング液を用いてレジストパターンニングおよび絶縁膜パターンニングを施してからレジスト剥離することで形成される。絶縁膜4は、ビスマレイミド樹脂材を塗布してスピンコートする手法の他、スキージを用いる印刷法やノズルからのインク吐出による塗布法を用いることが可

能である。

【0061】次に、図13(ロ)に図示するように、絶縁膜4に形成された開口部を介して露出される接続パッド2上に第1の再配線5を形成する。第1の再配線5は、絶縁膜4の全面にUBMスパッタ処理等によりUBM層(図示略)を堆積し、この後、導体層用のフォトリソグログラフィ技術により所定形状の開口を有するパターンニングを施した後、このレジストによって開口された部分に電解メッキを施すことで形成される。再配線5を形成する手法としては、これ以外に無電解メッキ方法を用いることもできる。配線材料としては、良好な導電特性を備える銅、アルミおよび金あるいはこれらの合金を用いる。

【0062】再配線5を形成した後は、図13(ハ)に図示するように、各再配線5上の所定箇所にビアポスト11を設ける。ビアポスト11は、ポスト形成用のフォトリソグログラフィ技術を用いて所定形状の開口を露出する開口部を形成し、この開口部内に電解メッキを施すことで形成される。ビアポスト11を形成する手法としては、これ以外に無電解メッキ方法やスタッドバンパ法を用いることもできる。ポスト材料は、良好な導電特性を備える銅、ハンダ、金あるいはニッケル等を用いる。なお、ポスト形成材料としてはんだを用いる場合は、この後リフロー処理を施す事により球状の電極を形成することも出来る。また、はんだを用いてポスト6を形成する場合には、上記の他に印刷法を用いることもできる。

【0063】こうして、図13(ハ)に図示した断面構造が形成された後は、図14(イ)に図示するように、ビアポスト11を覆うように、ウエハ1の回路面全体をビスマレイミド樹脂を塗布、硬化させて層間絶縁膜10を形成する。この後、層間絶縁膜10上の所定箇所に第2の再配線12を形成する。第2の再配線12を形成した後は、各再配線12上の所定箇所にポスト6を設ける。

【0064】図14(ロ)に図示した構造が形成された後は、図14(ハ)に図示するように、ポスト6を覆うように、ウエハ1の回路面全体にビスマレイミド樹脂を塗布、硬化させて封止膜7を形成する。封止膜7を形成した後は、封止膜7の上端面を切削研磨してポスト6の端面を露出させ、その表面の酸化膜を取り除き、そこにハンダ印刷等のメタライズ処理を施すか、あるいはハンダボール6aを形成する。この後、予め定められたカットラインに沿ってウエハ1をダイシングしてチップに個片化することによって、図12に図示した構造の半導体装置20が生成される。

【0065】<第5の実施形態の変形例>次に、図15～図17を参照して第5の実施形態の変形例による半導体装置20の製造工程について説明する。この変形例による製造工程が上述した第5の実施形態と相違する点



## (9) 開2002-93945 (P2002-9樹織

は、レーザ加工にてビアポスト11およびポスト6を形成するための開口部を穿設することにある。すなわち、図15(イ)、(ロ)に図示するように、ウエハ1の回路面側に設けられたアルミ電極等からなる複数の接続パッド2の上面側に、パッシベーション膜3、絶縁膜4および再配線5を形成した後、図15(ハ)に示すように、ウエハ1の回路面全体に液状のビスマレイミド樹脂を塗布硬化させて層間絶縁膜10を形成する。

【0066】この後、図15(ハ)に示すように、レーザ加工によって層間絶縁膜10にビアポスト形成用の開口部を所定箇所に複数穿設し、続いて図16(イ)に示すように、その穿設したポスト形成用の開口部にポスト形成材料を充填してビアポスト11を形成する。この場合、UBM層を介した電解メッキを用いることができないので、蒸着、無電解メッキあるいはハンダ材充填などの手法によりビアポスト11を形成することになる。

【0067】続いて、図16(ロ)に示すように、このビアポスト11に電気的に接続される第2の再配線5を層間絶縁膜10に形成した後、ウエハ1の回路面全体に液状のビスマレイミド樹脂を塗布硬化させて封止膜7を形成する。そして、図17(ハ)に示すように、レーザ加工によって封止膜7にポスト形成用の開口部を所定箇所に複数穿設し、続いて図17(ロ)に示すように、その穿設したポスト形成用の開口部にポスト形成材料を充填してポスト6を形成する。この場合、UBM層を介した電解メッキを用いることができないので、蒸着、無電解メッキあるいはハンダ材充填などの手法によりポスト6を形成することになる。

【0068】このように、レーザ加工にてビアポスト11およびポスト6を形成する変形例では、フォトマスクが不要となるため、コスト低減を図ることが可能になる。また、レーザの照射位置、ビーム幅およびビーム強度を制御するだけで所望のポスト形成用の開口部を穿設し得るので、迅速な対応が可能となり、品種変更に対応可能となる。また、レーザ加工はドライプロセスであるため、薬液の管理や廃液処理を省くことができ、工程管理も容易になる。なお、上述した各実施形態では、十分に小さい弾性率を得ることができる樹脂として、液状ビスマレイミド樹脂によって形成した樹脂を用いることとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、同じく小さい弾性率を得ることができる樹脂であれば同様に適用できるものである。

【0069】

【発明の効果】請求項1、7に記載の発明によれば、絶縁膜および封止膜のいずれか一方もしくは両方を、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成したので、従来問題となっていたウエハの反りを大幅に低減することができる。請求項3、9に記載の発明によれば、積層された複数の層間絶縁膜の内、少なくともいずれか1つの膜を弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂

にて形成するので、積層された複数の層間絶縁膜を備える構造においても、従来問題となっていたウエハの反りを大幅に低減することができる。請求項4、10に記載の発明によれば、弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成される裏面保護膜で半導体基板の裏面側を覆うので、ウエハの反りを低減できるとともに、裏面側が遮光されて、外光入射によるチップ回路の誤動作を抑制することができる。請求項5、6および請求項13、14に記載の発明によれば、前記樹脂としてマレイン酸骨格を有する液状ビスマレイミド樹脂を硬化させて形成した樹脂を用い、この樹脂は低弾性率であるとともに、耐湿性および耐熱性に優れた特性を備えている為、ウエハの反りを大幅に低減できることに加えて、信頼性を大きく向上させることができる。更に、熱膨張係数低下用粒子を混入して用いた場合においても、ウエハの反りの低減および信頼性の向上を図ることができる。請求項11に記載の発明によれば、前記封止膜が弾性率が20から200Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成された場合、その封止膜に前記突起電極を形成するための開口部をレーザ加工にて穿設するので、フォトマスクが不要となり、コスト低減を図ることができる。また、レーザの照射位置、ビーム幅およびビーム強度を制御するだけで所望の開口部を穿設し得るので、迅速な対応が可能となり、品種変更に対応することもできる。さらに、レーザ加工はドライプロセスであるため、薬液の管理や廃液処理を省くことができ、工程管理を容易にすることができる。請求項12に記載の発明では、積層される複数の層間絶縁膜の内、弾性率が20から80Kg/mm<sup>2</sup>の樹脂にて形成された層間絶縁膜に対して、その層間絶縁膜を挟んで対向する再配線同士を接続するための開口部を、レーザ加工にて当該層間絶縁膜に穿設するので、フォトマスクが不要となり、コスト低減を図ることができる。また、レーザの照射位置、ビーム幅およびビーム強度を制御するだけで所望のポスト形成用の開口部を穿設し得るので、迅速な対応が可能となり、品種変更に対応することもできる。さらに、レーザ加工はドライプロセスであるため、薬液の管理や廃液処理を省くことができ、工程管理を容易にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウエハの反り量と樹脂の弾性率の関係を示すグラフである。

【図2】第1の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図である。

【図3】第1の実施形態による製造工程を説明する為の断面図である。

【図4】図2に続く製造工程を説明する為の断面図である。

【図5】第1の実施形態の変形例による製造工程を説明する為の断面図である。

【図6】図4に続く変形例による製造工程を説明する為

(10) 第2002-93945 (P2002-9ch 綴

の断面図である。

【図7】第2の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図である。

【図8】第3の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図である。

【図9】第4の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図である。

【図10】第4の実施形態による製造工程を説明する為の断面図である。

【図11】図9に続く製造工程を説明する為の断面図である。

【図12】第5の実施形態による半導体装置20の構造を示す断面図である。

【図13】第5の実施形態による製造工程を説明する為の断面図である。

【図14】図12に続く製造工程を説明する為の断面図である。

【図15】第5の実施形態の変形例による製造工程を説明する為の断面図である。

【図16】図14に続く変形例による製造工程を説明する為の断面図である。

る為の断面図である。

【図17】図15に続く変形例による製造工程を説明する為の断面図である。

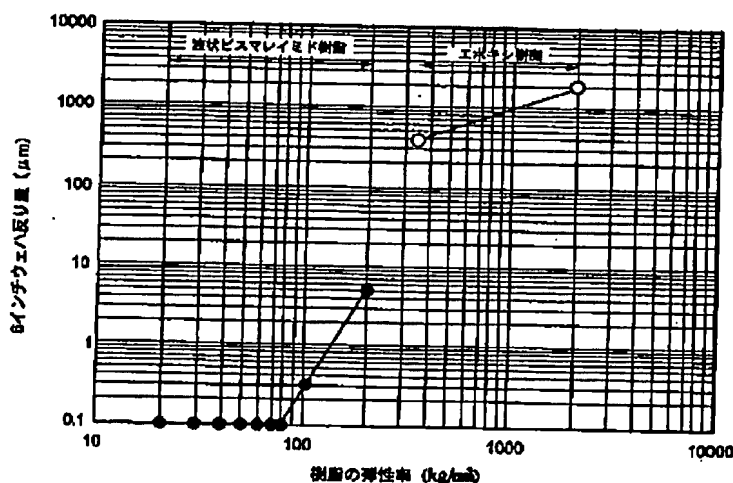
【図18】従来例による半導体装置20の構造を示す断面図である。

【図19】ウエハ1の反り量を示す図である。

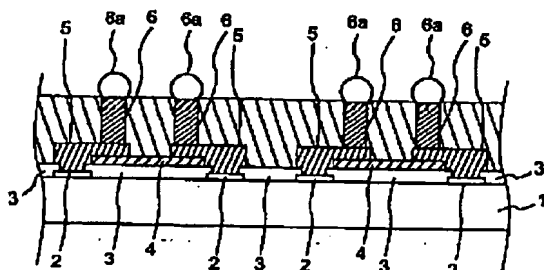
【符号の説明】

- 1 ウエハ (半導体基板)
- 2 接続パッド
- 3 パッシベーション膜 (絶縁膜)
- 4 絶縁膜
- 5 再配線
- 6 ポスト (突起電極)
- 7 封止膜
- 8 裏面保護膜
- 10 層間絶縁膜
- 11 ビアポスト
- 12 再配線
- 20 半導体装置

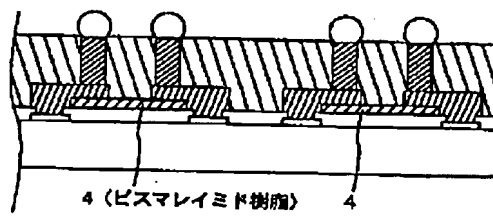
【図1】



【図2】

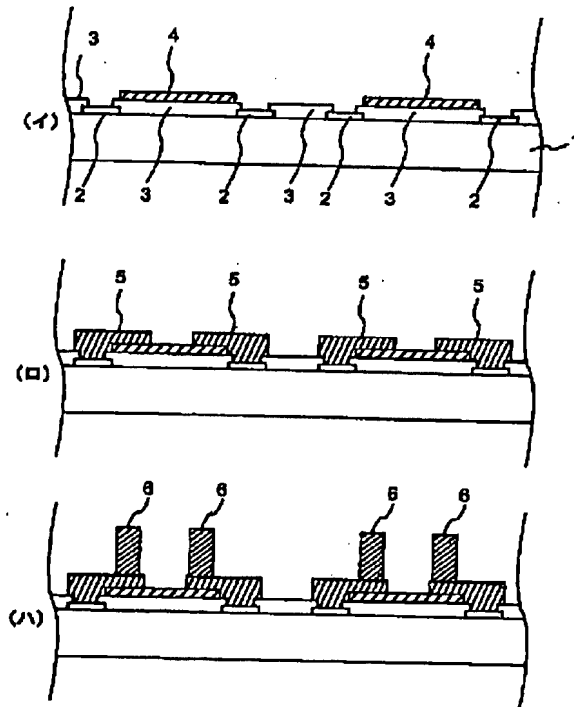


【図7】

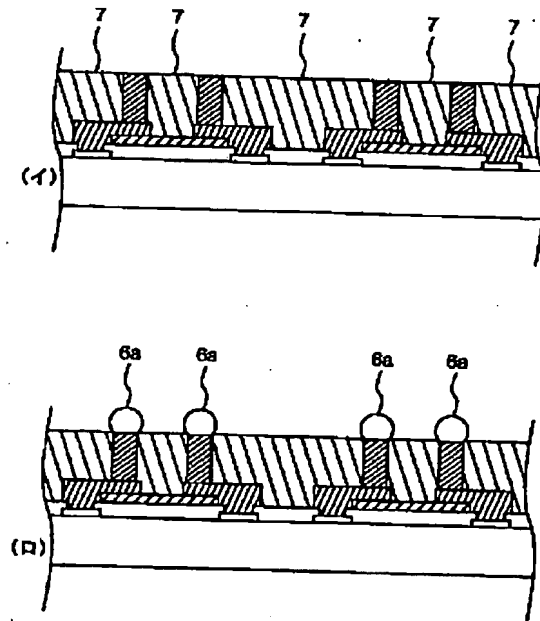


(11) 2002-93945 (P2002-99)A

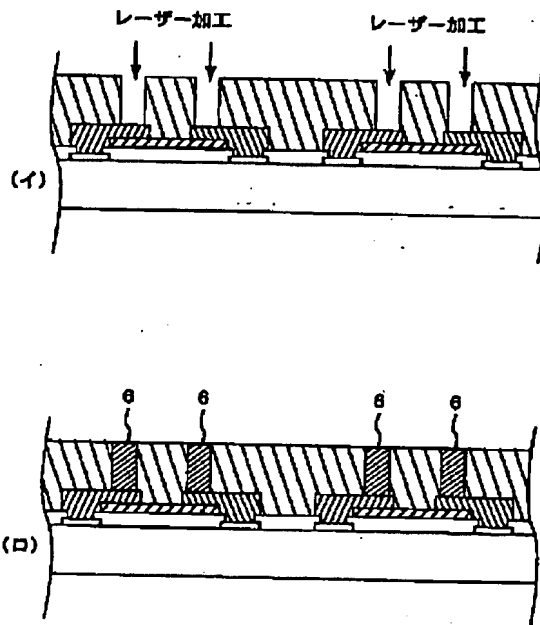
【図3】



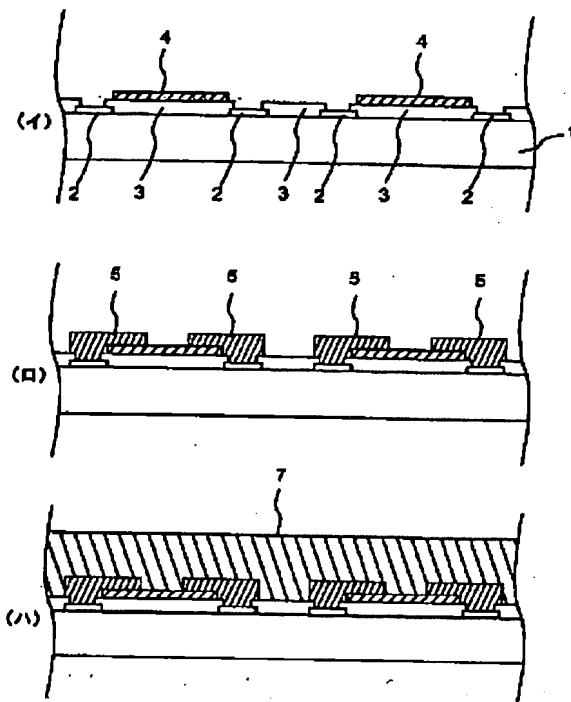
【図4】



【図6】



【図5】

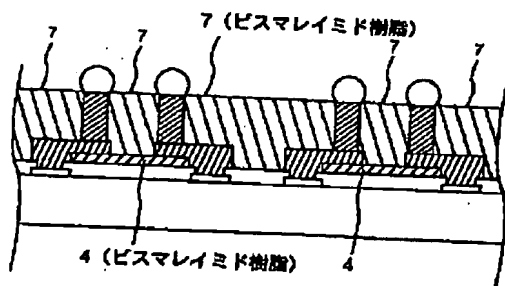


【図19】

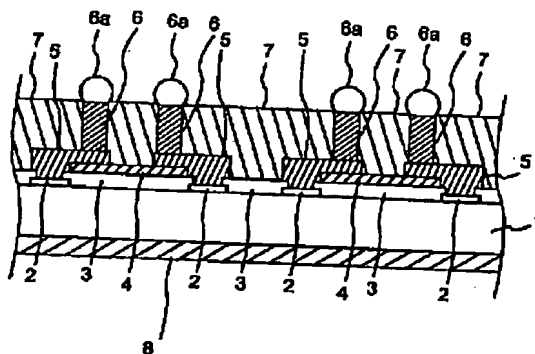


(12) 2002-93945 (P2002-99A)

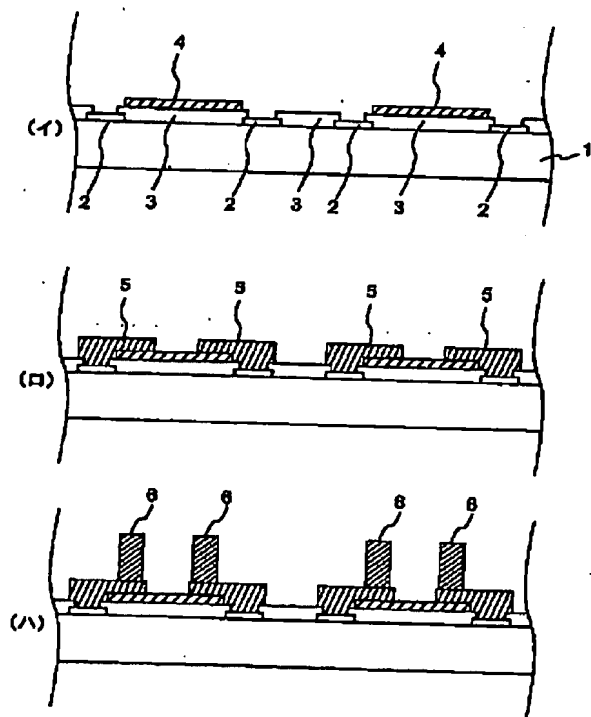
【図8】



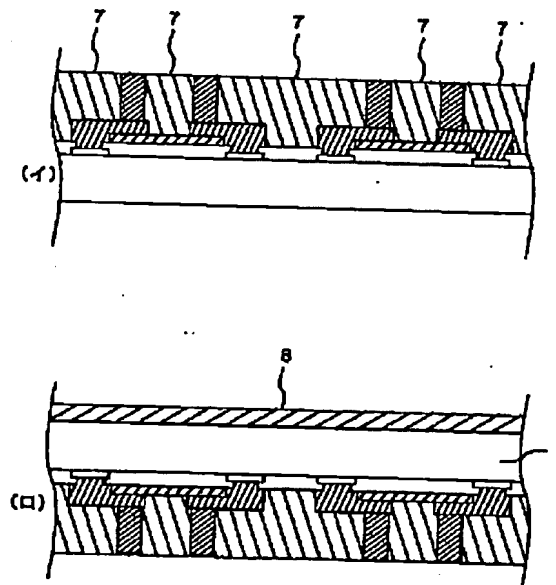
【図9】



【図10】

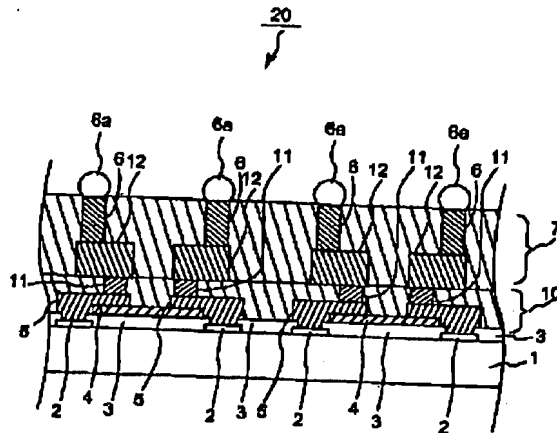


【図11】

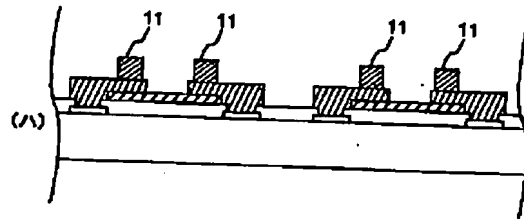
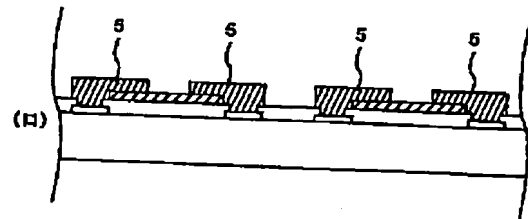
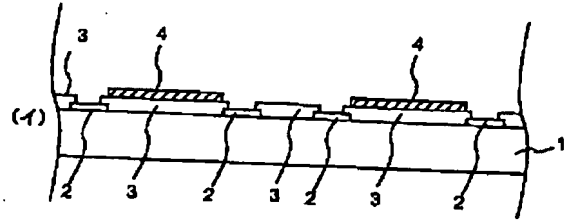


(13) 2002-93945 (P2002-96係繰

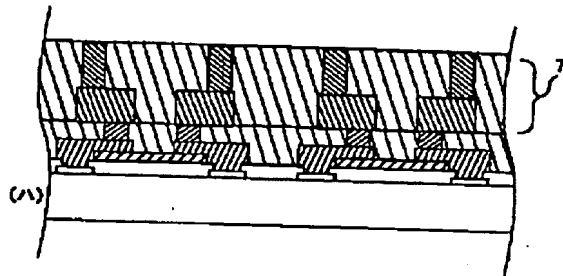
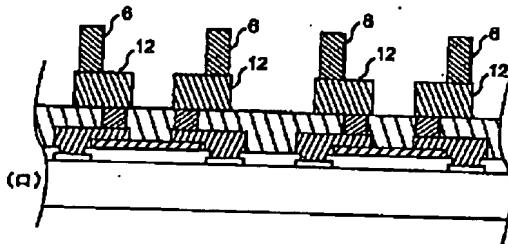
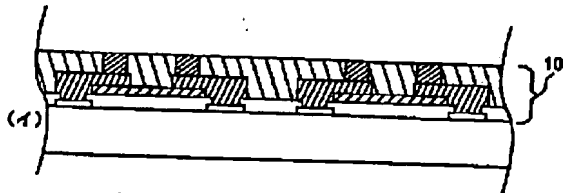
【図12】



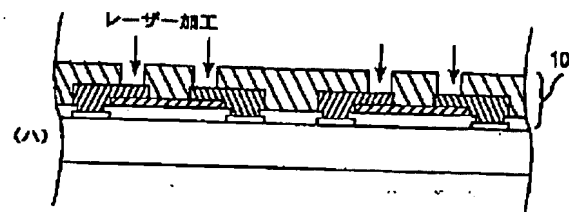
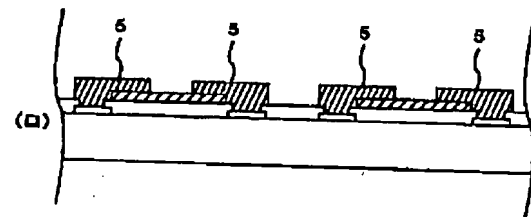
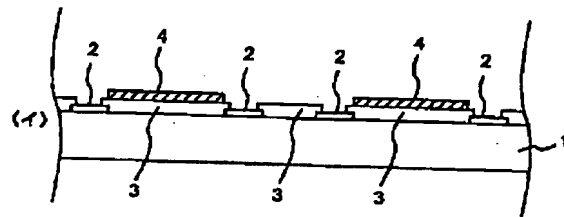
【図13】



【図14】

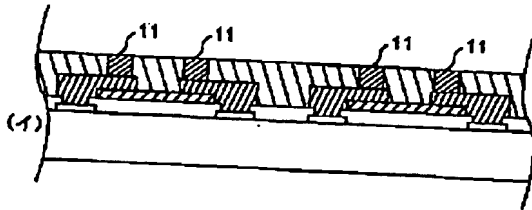


【図15】

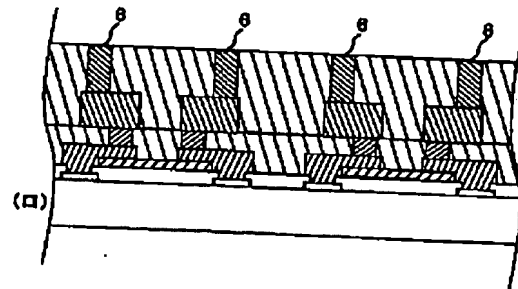
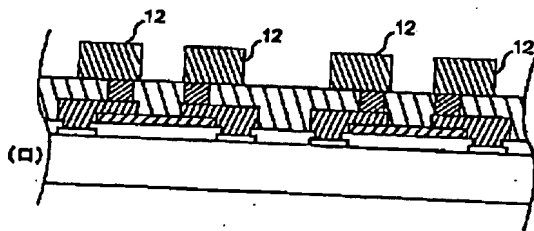
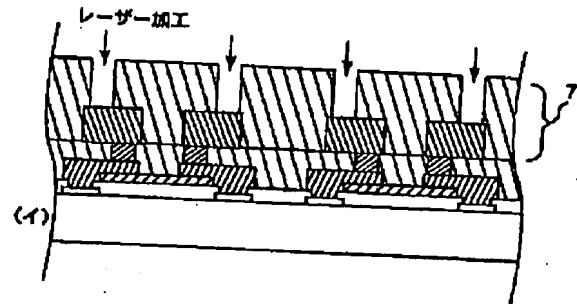


(14) 2002-93945 (P2002-9JA)

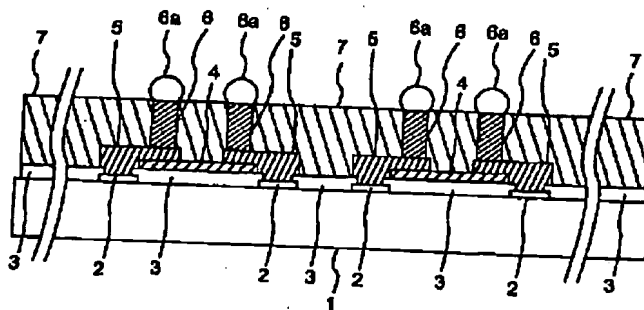
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 若林 猛

東京都八王子市東浅川町550番地の1 株  
 式会社アイ・イー・ピー・テクノロジーズ  
 内

(72)発明者 呉 嵐

神奈川県横浜市戸塚区上矢部町2050番地  
 デクスター株式会社内

(72)発明者 佐上 洋祐

神奈川県横浜市戸塚区上矢部町2050番地  
 デクスター株式会社内

Fターム(参考) 4M109 AA02 BA05 CA05 CA12 EA07  
 EB13 EB14 EC04 ED03 EE02